



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116528455 A

(43) 申请公布日 2023.08.01

(21) 申请号 202310078888.X

(22) 申请日 2023.01.20

(30) 优先权数据

17/587,255 2022.01.28 US

(71) 申请人 丰田自动车工程及制造北美公司

地址 美国得克萨斯

(72) 发明人 周锋 刘阳河 请川纮嗣

E·德得

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理人 王庆华

(51) Int.Cl.

H05K 1/02 (2006.01)

H05K 1/18 (2006.01)

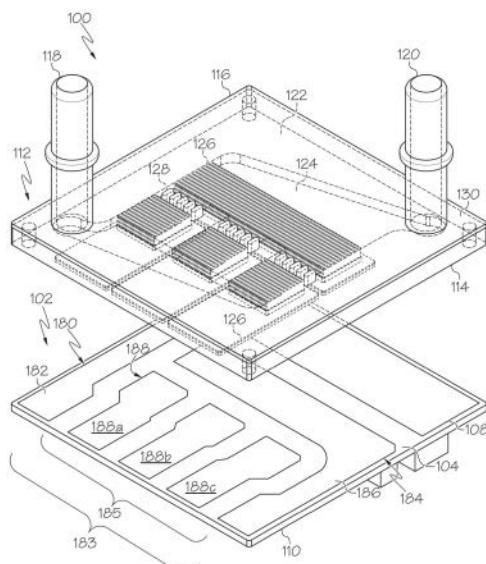
权利要求书1页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

电力电子组件及其制造方法

(57) 摘要

本文公开了电力电子组件，其包括具有多个导电层的印刷电路板(PCB)和接触所述印刷电路板的冷板。冷板包括由电绝缘材料构成的歧管，所述歧管包括第一腔和第二腔。冷板还包括第一热沉，所述第一热沉位于第一腔中并热耦合至所述多个导电层。冷板还包括第二热沉，所述第二热沉位于第二腔中并热耦合至所述多个导电层。



1. 一种电力电子组件,包括:

具有多个导电层的印刷电路板(PCB);和

接触所述印刷电路板的冷板,所述冷板包括:

歧管,所述歧管由电绝缘材料构成并且包括第一腔和第二腔;

第一热沉,所述第一热沉设置在所述第一腔中并热耦合至所述多个导电层;以及

第二热沉,所述第二热沉设置在所述第二腔中并热耦合至所述多个导电层。

2. 根据权利要求1所述的电力电子组件,其中,所述歧管包括用于电介质冷却剂的入口,并且其中,所述电介质冷却剂将所述第一热沉与所述第二热沉电隔离。

3. 根据权利要求1所述的电力电子组件,其中,所述第一热沉与所述多个导电层中的第一导电层接触,并且其中,所述第二热沉与所述多个导电层中的第二导电层接触,所述第一热沉和所述第二热沉两者都具有电介质涂层。

4. 根据权利要求1所述的电力电子组件,其中,所述歧管还包括位于所述第一腔与所述第二腔之间的多个沟槽,从而将所述第一腔与所述第二腔电隔离,并且其中,所述多个沟槽与所述冷板接触。

5. 根据权利要求1所述的电力电子组件,还包括与所述冷板接触的第二印刷电路板,所述第二印刷电路板具有热耦合至所述冷板的导电层。

6. 根据权利要求1所述的电力电子组件,还包括与所述冷板接触的电容器组,所述电容器组热耦合至所述冷板。

7. 根据权利要求6所述的电力电子组件,其中:

所述冷板包括多个孔,

所述电容器组包括多个翅片,并且

所述多个翅片中的每个翅片设置在所述多个孔中的一个孔中。

8. 根据权利要求1所述的电力电子组件,其中,所述第一热沉和所述第二热沉直接结合至所述印刷电路板。

9. 根据权利要求1所述的电力电子组件,其中,所述歧管还包括设置在所述第一腔与所述第二腔之间的多个销,从而矫直通过所述第一热沉和通过所述第二热沉的冷却剂流。

10. 一种用于车辆冷却系统的电力电子组件,所述电力电子组件包括:

具有多个导电层的印刷电路板(PCB);和

接触所述印刷电路板的冷板,所述冷板包括:

入口,所述入口流体地联接至电介质冷却剂源;

歧管,所述歧管由电绝缘材料构成并且包括第一腔、第二腔和冷却剂凹坑;

第一热沉,所述第一热沉设置在所述第一腔中并热耦合至所述多个导电层和所述冷却剂凹坑;

第二热沉,所述第二热沉设置在所述第二腔中并热耦合至所述多个导电层和所述冷却剂凹坑;以及

出口,所述出口流体地联接至所述冷却剂凹坑。

## 电力电子组件及其制造方法

### 技术领域

[0001] 本说明书概括来说涉及电力电子组件及其制造方法,更特别地,涉及与冷却部件集成在一起的电力电子组件。

### 背景技术

[0002] 由于电子器件在车辆中的使用增加,存在使电子系统更紧凑的需要。这些电力电子组件的部件之一是功率器件嵌入式印刷电路板(PCB)。由于功率器件产生热量,功率器件嵌入式印刷电路板可能需要大量冷却。为满足此类冷却需求,可以使用冷板。

[0003] 传统上,电绝缘层被放置在冷板与印刷电路板之间,以电隔离嵌入在印刷电路板中的功率器件。电绝缘层和放置在电绝缘层上的热界面材料(TIM)增加了印刷电路板的尺寸和总热阻。

### 发明内容

[0004] 在一个实施例中,一种用于电力电子组件的设备包括具有多个导电层的印刷电路板(PCB)和接触印刷电路板的冷板。冷板包括由电绝缘材料构成的歧管,所述歧管包括第一腔和第二腔。冷板还包括位于第一腔中并热耦合至所述多个导电层的第一热沉(heat sink)。冷板还包括位于第二腔中并热耦合至所述多个导电层的第二热沉。

[0005] 在另一个实施例中,一种用于车辆冷却系统的电力电子组件的设备包括具有多个导电层的印刷电路板(PCB)和接触印刷电路板的冷板。冷板包括流体地联接至电介质冷却剂源的入口。冷板还包括由电绝缘材料构成的歧管,所述歧管包括第一腔、第二腔和冷却剂凹坑。冷板还包括第一热沉,所述第一热沉位于第一腔中并热耦合至所述多个导电层和冷却剂凹坑。冷板还包括第二热沉,所述第二热沉位于第二腔中并热耦合至所述多个导电层和冷却剂凹坑。冷板还包括流体地联接至冷却剂凹坑的出口。

[0006] 在又一个实施例中,用于制造电力电子组件的方法包括在冷板的歧管中形成第一腔和第二腔,所述歧管由电绝缘材料构成。该方法还包括将第一热沉放置到第一腔中。该方法还包括将第二热沉放置到第二腔中。该方法还包括将多个导电层放置到印刷电路板(PCB)上。该方法还包括将印刷电路板放置成与冷板接触。

[0007] 在一个方面中,本公开提供一种电力电子组件,包括:具有多个导电层的印刷电路板(PCB);和接触所述印刷电路板的冷板,所述冷板包括:歧管,所述歧管由电绝缘材料构成并且包括第一腔和第二腔;第一热沉,所述第一热沉设置在所述第一腔中并热耦合至所述多个导电层;以及第二热沉,所述第二热沉设置在所述第二腔中并热耦合至所述多个导电层。

[0008] 优选地,所述歧管包括用于电介质冷却剂的入口,并且其中,所述电介质冷却剂将所述第一热沉与所述第二热沉电隔离。

[0009] 优选地,所述第一热沉与所述多个导电层中的第一导电层接触,并且其中,所述第二热沉与所述多个导电层中的第二导电层接触,所述第一热沉和所述第二热沉两者都具有

电介质涂层。

[0010] 优选地,所述歧管还包括位于所述第一腔与所述第二腔之间的多个沟槽,从而将所述第一腔与所述第二腔电隔离,并且其中,所述多个沟槽与所述冷板接触。

[0011] 优选地,所述电力电子组件还包括与所述冷板接触的第二印刷电路板,所述第二印刷电路板具有热耦合至所述冷板的导电层。

[0012] 优选地,所述电力电子组件还包括与所述冷板接触的电容器组,所述电容器组热耦合至所述冷板。

[0013] 优选地,所述冷板包括多个孔,所述电容器组包括多个翅片,并且所述多个翅片中的每个翅片设置在所述多个孔中的一个孔中。

[0014] 优选地,所述第一热沉和所述第二热沉直接结合至所述印刷电路板。

[0015] 优选地,所述歧管还包括设置在所述第一腔与所述第二腔之间的多个销,从而矫直通过所述第一热沉和通过所述第二热沉的冷却剂流。

[0016] 在另一个方面中,本公开提供一种用于车辆冷却系统的电力电子组件,所述电力电子组件包括:具有多个导电层的印刷电路板(PCB);和接触所述印刷电路板的冷板,所述冷板包括:入口,所述入口流体地联接至电介质冷却剂源;歧管,所述歧管由电绝缘材料构成并且包括第一腔、第二腔和冷却剂凹坑;第一热沉,所述第一热沉设置在所述第一腔中并热耦合至所述多个导电层和所述冷却剂凹坑;第二热沉,所述第二热沉设置在所述第二腔中并热耦合至所述多个导电层和所述冷却剂凹坑;以及出口,所述出口流体地联接至所述冷却剂凹坑。

[0017] 优选地,所述电介质冷却剂将所述第一热沉与所述第二热沉电隔离。

[0018] 优选地,所述第一热沉与所述多个导电层中的第一导电层接触,并且所述第二热沉与所述多个导电层中的第二导电层接触,所述第一热沉和所述第二热沉两者都具有电介质涂层。

[0019] 优选地,所述歧管还包括位于所述第一腔与所述第二腔之间的多个沟槽,从而将所述第一腔与所述第二腔电隔离,并且其中,所述多个沟槽与所述冷板接触。

[0020] 优选地,所述电力电子组件还包括与所述冷板接触的第二印刷电路板,所述第二印刷电路板具有热耦合至所述冷板的功率器件。

[0021] 优选地,所述电力电子组件还包括与所述冷板接触的电容器组,所述电容器组热耦合至所述冷板。

[0022] 优选地,所述冷板包括多个孔,所述电容器组包括多个翅片,并且所述多个翅片中的每个翅片设置在所述多个孔中的一个孔中。

[0023] 优选地,所述第一热沉和所述第二热沉直接结合至所述印刷电路板。

[0024] 优选地,所述歧管还包括设置在所述第一腔与所述第二腔之间的多个销,从而矫直通过所述第一热沉和通过所述第二热沉的冷却剂流。

[0025] 在又一个方面中,本公开提供一种用于制造电力电子组件的方法,所述方法包括:在冷板的歧管中形成第一腔和第二腔,所述歧管由电绝缘材料构成;将第一热沉放置到所述第一腔中;将第二热沉放置到所述第二腔中;将多个导电层放置到印刷电路板(PCB)上;和将所述印刷电路板放置成与所述冷板接触。

[0026] 优选地,所述歧管被配置成接收电介质冷却剂,并且其中,所述电介质冷却剂将所

述第一热沉与所述第二热沉电隔离。

[0027] 鉴于以下详细描述,结合附图,将更充分地理解由本文描述的实施例提供的这些及附加特征。

## 附图说明

[0028] 附图中阐述的实施例本质上是说明性的和示例性的,并且不旨在限制权利要求所限定的主题。当结合以下附图阅读时,可以理解这些说明性实施例的以下详细描述,其中相似的结构用相似的附图标记表示,并且其中:

[0029] 图1A示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性电力电子组件的分解透视图,该电力电子组件包括具有多个导电层的印刷电路板(PCB)和具有热沉的冷板;

[0030] 图1B示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的具有多个电源端子的说明性印刷电路板的第一表面;

[0031] 图1C示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性印刷电路板的横截面;

[0032] 图2示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板的分解透视图,该冷板具有多个腔和多个热沉;

[0033] 图3示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板的透视图,该冷板具有多个腔和多个热沉;

[0034] 图4示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板的俯视图,该冷板具有多个腔和多个销;

[0035] 图5示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板的第一侧视图,该冷板具有多个腔;

[0036] 图6示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板的另一第一侧视图,该冷板具有多个腔和多个热沉;

[0037] 图7示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性冷板沿着图6中的A-A截取的横截面侧视图,该冷板具有位于热沉上的电绝缘层;

[0038] 图8示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的另一说明性冷板沿着图6中的A-A截取的横截面侧视图,该冷板具有贯穿冷板的电绝缘层;

[0039] 图9示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的又一说明性冷板沿着图6中的A-A截取的横截面侧视图,该冷板具有多个沟槽;

[0040] 图10示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的说明性电力电子组件的分解透视图,该电力电子组件包括具有多个功率器件的印刷电路板、具有热沉的冷板、和电容器组;

[0041] 图11示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的冷板,该冷板具有热沉、多个腔和具有多个孔的盖;

[0042] 图12示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的具有用于冷板的多个孔的盖;

[0043] 图13示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的处于第一配置

的多个功率器件翅片和多个电容器翅片的横截面侧视图；

[0044] 图14示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的处于第二配置的多个功率器件翅片和多个电容器翅片的横截面侧视图；和

[0045] 图15示意性地描绘了根据本文示出和描述的一个或多个实施例的处于第三配置的多个功率器件翅片和多个电容器翅片的横截面侧视图。

## 具体实施方式

[0046] 本文描述的实施例涉及一种电力电子组件，其包括具有多个导电层的印刷电路板 (PCB) 以及与印刷电路板接触的冷板。冷板具有由电绝缘材料构成的歧管以及腔，所述热沉位于所述腔内。热沉热耦合至所述多个导电层。本文描述的电力电子组件避免或最小化对电绝缘层的需要和/或减少总热阻。由于热阻降低，冷却过程更有效，从而允许冷板更薄，这导致紧凑的总体封装尺寸，而紧凑的总体总装尺寸带来了改善的冷却能力。在实施例中，本文描述的电力电子组件使用电介质冷却剂，并且可以集成到也使用电介质冷却液的其他冷却系统中，例如马达冷却系统(例如，轮内马达)等等。

[0047] 本文更详细地描述了该方法和装置以及该方法和设备的操作的各种实施例。在可能的情况下，将贯穿这些附图使用相同的参考数字来指代相同或类似的部件。

[0048] 传统的功率器件嵌入式印刷电路板配置可能需要位于印刷电路板与冷板之间的电绝缘层，以便将不同电压的功率器件彼此电隔离。当使用电绝缘层时，也可以在电绝缘层的一个或多个侧上使用热绝缘材料 (TIM)，以提高从印刷电路板到冷板的冷却速率。电绝缘层和TIM层的添加可导致印刷电路板的总热阻增加。由于来自功率器件的高热通量和印刷电路板内的不良热扩散以及由于附加层而增加的总热阻，传统电力电子组件的冷却能力较差。因此，由于冷却功率器件的冷却能力较差，电力电子组件输出较低的功率输出。此外，这些附加层增加了电力电子组件配置的封装尺寸，这限制了电力电子组件可以安装的部位(例如，仅可以安装在车辆内的某些部位)。

[0049] 本文示出和描述的每种结构由于紧凑的封装尺寸、减小的热阻、更好的流动分布而提供了优于传统结构(例如，电力电子组件)的优点，紧凑的封装尺寸、减小的热阻、更好的流动分布这些都导致更高的冷却能力。此外，本文示出和描述的结构也可以在非传统空间中部署和/或与现有部件集成。例如，本文示出和描述的结构可以与马达冷却系统(例如，轮内马达)或使用电介质冷却剂的其他系统集成，使得电介质冷却剂可以用于不止一个目的。

[0050] 现在参考图1A-1C，整体上描绘了电力电子组件100的实施例，其提供了较低的体积轮廓、增加的功率密度和较低的电感。在一些实施例中，电力电子组件100用于电动车辆中，例如与电动车辆的马达冷却系统集成在一起。在其他实施例中，电力电子组件100用于电驱动动力装置，例如，混合动力车辆、任何电动马达、发电机、工业工具、家用电器、或需要紧凑封装尺寸的任何其他电驱动动力装置。电力电子组件100基本上可以包括多层印刷电路板 (PCB) 102和冷板112。印刷电路板102可以具有第一表面108和与第一表面108相对并平行的第二表面110。一个或多个无源部件和/或电气部件，例如逻辑电路，可以安装到印刷电路板102的第一表面108和/或第二表面110上。所述一个或多个无源部件和/或电气部件可以包括一个或多个电阻器、一个或多个电容器、一个或多个电感器、一个或多个二极管、一

个或多个振荡器、一个或多个晶体管、一个或多个集成电路、一个或多个开关、一个或多个端子等等。第一表面108或第二表面110还可以包括用于连接到一个或多个装置的一个或多个端子，正如本文将更详细地描述的那样。

[0051] 现在参考图1B,其描绘了印刷电路板102的第二表面110,所示的印刷电路板102具有多个电源端子。所述多个电源端子可以包括N端子160、一个或多个0端子162(例如,U端子162a、V端子162b和W端子162c)和P端子164,所述P端子164被配置成将电力电子组件100电联接至一个或多个装置(未示出)。如下面将描述的,电力电子组件100可以是可操作的,以将电流类型从第一电流转换为第二电流(例如,从AC到DC、从DC到AC等等)。在一些实施例中,可以设想,电力电子组件100可以替代地布置成将第一电压转换为第二电压。因此,电力电子组件100可以以转换器拓扑、逆变器拓扑等等布置。

[0052] 现在参考图1C,示出了印刷电路板102的横截面,其中不带有如图1B所示的多个无源部件和/或电气部件。如本文将更详细描述的并且如图1A示意性示出的,一个或多个冷板112可以安装到印刷电路板102的第一表面108和第二表面110中的至少一个上。如本文还将更详细地描述的,布置在印刷电路板102内的多个导电层183将嵌入在印刷电路板102中的一个或多个功率器件170热耦合至冷板112,使得冷板112可以通过从一个或多个功率器件170吸走热量来向所述一个或多个功率器件170提供冷却。这里描述的多个功率器件170可以包括例如一个或多个半导体器件,例如但不限于绝缘栅双极晶体管(IGBT)、反向传导IGBT(RC-IGBT)、金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)、功率MOSFET、二极管、晶体管和/或其组合。在一些实施例中,所述多个功率器件中的至少一个可以包括宽带隙半导体,并且可以由任何合适的材料形成,例如但不限于碳化硅(SiC)、二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)、氮化铝(AlN)、氮化镓(GaN)和氮化硼(BN)等等。在一些实施例中,所述多个功率器件可以在具有高电流和/或高功率(例如,大于或等于5kW、10kW、20kW、30kW、40kW、50kW、60kW、70kW、80kW、90kW、100kW、110kW、120kW、130kW、140kW或150kW或其间的任何值)的功率模块内以及在高温(例如,超过100°C、150°C、175°C、200°C、225°C或250°C)下运行,并且产生大量热量,为了电源模块的持续运行,这些热量必须被去除。

[0053] 功率器件170中的每个功率器件可以是功率器件组件168的一部分,使得一个或多个功率器件组件嵌入在印刷电路板102内,每个功率器件组件包括导电衬底172和嵌入在导电衬底172内的功率器件170(例如,导电衬底由铜、铝、锌等等形成)。例如,在导电衬底172内可以形成腔174,并且功率器件170可以位于腔174内并结合(bond)至导电衬底172(例如,可以使用任何常规的结合技术,例如烧结、焊接等等)。然后一个或多个功率器件组件168可以被嵌入在印刷电路板102内,使得各个导电层架构联接至一个或多个功率器件170(或功率器件组件168)以实现特定拓扑(例如,逆变器拓扑、转换器拓扑等等)。例如,一个或多个功率器件组件168可以包括多个功率器件组件168,这些功率器件组件可以成对布置,包括第一功率器件组件168a和第二功率器件组件168b。例如,在逆变器拓扑中,可以有三对功率器件组件168。在一些实施例中,成对的功率器件组件可以以并联拓扑布置。例如,逆变器可以包括功率器件组件168的一个阵列,该阵列包括六个功率器件组件,从而提供三对功率器件组件。在并联拓扑中,可以为总共十二个功率器件组件提供两个由六个功率器件组件形成的阵列。类似地,可以有多于两层的功率器件组件168。例如,在另一个并联拓扑中,可以为总共十八个功率器件组件提供三个由六个功率器件组件形成的阵列。

[0054] 冷板112可以包括去除由一个或多个功率装置170产生的热量的任何装置或装置的组合,如本文更详细描述的。在实施例中,润滑脂层可以接合在冷板112与印刷电路板102之间,以通过消除可能在印刷电路板102与冷板112的各个层之间形成的绝热气穴来降低热阻和/或增加导热性。在实施例中,润滑脂层可以是电绝缘的以将印刷电路板102与冷板112电隔离,并且在一些实施例中可以形成电绝缘层。润滑脂层可以包括例如环氧树脂、硅酮、聚氨酯、丙烯酸酯、金属、金属合金或其任何组合。

[0055] 冷板112可以通过延伸穿过冷板112和印刷电路板102的每个层的多个紧固件(例如,螺栓)(未示出)固定到印刷电路板102。然而,其他联接技术是可以设想的并且是可行的。例如,外部壳体或笼(未示出)可以将冷板112安装到印刷电路板102。

[0056] 通常,印刷电路板由一层或多层导电材料(例如,铜、铝、银、镍、其任何组合等等)形成,这些导电材料被蚀刻以形成层叠在非导电衬底(例如,电介质聚合物层)上和/或层叠在非导电衬底的片材/层之间的各种导电路径,以形成一体的且均匀厚度的印刷电路板。根据本公开的印刷电路板102包括围绕一个或多个功率器件170层叠在一起的多个层,使得所述一个或多个功率器件170被完全封装在印刷电路板102内(如图1C所示)。如上所述,多个导电层183设置在印刷电路板102的第一侧108上,并且提供与所述一个或多个功率器件170的电传导以及所述一个或多个功率器件170与冷板112之间的热传导两者。

[0057] 图1A示出了具有多个导电层183的印刷电路板102的第一表面108。所述多个导电层183由底部N层186、底部0层188(包括底部U层188a、底部V层188b和底部W层188c)和底部P层182组成,这些导电层暴露在第一表面108上,所述第一表面108可与冷板112接触,以允许热量经由所述多个导电层176从所述一个或多个功率器件170和/或功率器件组件168通过印刷电路板102传递走。

[0058] 在所示实施例中,N导电层架构184通过多个第一导电通孔(未示出)联接至第一功率器件170a或第一功率器件组件168a。0导电层架构185通过多个第二导电通孔(未示出)联接至第一功率器件170a和/或第一功率器件组件168a。例如,导电0层188可以通过所述多个第二导电通孔的一部分联接至导电衬底172的表面。P导电层架构180通过多个第四导电通孔(未示出)联接至第二功率器件170b。因此,电可以在在N端子160处连接至N导电层架构184的电源、第一功率器件170a的顶表面、第一功率器件组件168a的导电衬底172的表面、0导电层架构185至第二功率器件170b的顶表面、以及在第二功率器件组件168b的导电衬底172的表面处的P导电层架构180之间流动。如图1C所示,冷板112可以安装到印刷电路板102的第二表面110上,使得热量也可以通过所述多个导电层176从所述一个或多个功率器件170传导到冷板112,所述导电层176包括N导电层架构184、0导电层架构185和P导电层架构180中的每个。

[0059] 所述多个功率器件170中的每个可以具有独立于所述多个功率器件170中的其他功率器件的电压的特定电压(其可以相同或不同)。电压的这种可变性可能需要使功率器件彼此电隔离。由于所述多个功率器件170电联接至所述多个导电层183,所以所述多个导电层183中的每个也可以具有与其各自的功率器件相关的特定电压。第一表面108上的绝缘层104可以将所述多个导电层183中的每个彼此电隔离。

[0060] 用于印刷电路板的功率模块的传统实施例可能需要降低功率输出,这是由于来自电绝缘层和TIM层的增加的热阻减小了从印刷电路板到冷板的热通量。因此,可以添加额外

的印刷电路板以满足传统实施例中的功率输出要求。

[0061] 然而,本实施例将所述多个导电层183直接热耦合至冷板112。如本文更详细地讨论的,该配置允许从所述多个功率器件170经由所述多个导电层183到热沉126的效率更高且更有效的热扩散和热传递。此外,诸如绝缘层的部件的消除增加了所形成的电力电子组件100的紧凑性(例如,减小了所形成的电力电路组件100的总体尺寸)。

[0062] 现在整体上参考图1-4,电力电子组件100包括冷板112。冷板112整体上包括第一侧114、第二侧116、入口118、出口120、歧管122、冷却剂凹坑124、多个热沉126、多个销128和盖130。第二侧116定位成与第一侧114相对。冷板112通过多个导电层183向印刷电路板102的部件、特别是嵌入在印刷电路板102内的多个功率器件170提供冷却。这样,冷板112与第一表面108接触(例如,可移除地联接至第一表面108,抵接第一表面108)。

[0063] 在冷板内使用冷却剂作为收集热能的介质。在传统系统中,由于冷却剂具有较大的导热率,所以使用非电介质冷却剂。然而,当部件没有适当地彼此电隔离时、当密封失效时等等,非电介质冷却剂可能导致电力电子组件中的电短路。在本公开中,电介质冷却剂被用作冷却流体。与传统系统相比,电介质冷却剂不携带电荷,从而防止或快速熄灭放电。电介质冷却剂可以由脂肪族化合物、硅酮、碳氟化合物等等构成。

[0064] 一种这样的电介质冷却剂是油基冷却剂,例如在电动车辆的冷却系统中使用的冷却剂。因此,本实施例可以与车辆的其他冷却部件物理地和/或流体地集成在一起。例如,在实施例中,电力电子组件100可以联接至电动车辆的电动马达。在实施例中,电力电子组件被电气集成到电动马达中。在实施例中,电力电子组件100与电动马达共享(例如,两者都流体地联接至)冷却剂储器。在实施例中,电力电子组件100与电动马达流体地串联,使得电力电子组件100向电动马达输出电介质冷却剂或从电动机接收电介质冷却剂。结果,相对于先前的系统实现了更紧凑的尺寸,因为可以使用更少的冷却系统来冷却电力电子组件100和其他车辆部件。

[0065] 入口118和出口120被配置成使得冷却剂可以通过入口118被引入到歧管122的冷却剂凹坑124中。歧管122特别地布置在冷板112内,使得歧管122与印刷电路板102的多个导电层106热接触,从而允许在冷板112处与由多个功率器件170产生的热量发生热传递。

[0066] 特别地,经由入口118引入的冷却剂流过冷却剂凹坑124,使得冷却剂撞击歧管122的接触印刷电路板102的表面并从中提取热量。冷却剂可以通过出口120流出歧管122。虽然图中未描绘,但入口118和出口120可以流体地连接至泵、冷凝器、储器、散热器和/或其他冷却系统部件。在使用电介质冷却剂的实施例中,入口118和出口120流体地联接至使用电介质冷却液的其他装置。例如,入口118可以从使用电介质冷却剂的另一装置接收电介质冷却剂,和/或出口120可以向使用电介质冷却液的另一装置提供电介质冷却剂。在另一示例中,入口118可以从与使用电介质冷却剂的其他装置共享的冷却剂储器接收电介质冷却剂,出口可以向与使用电介质冷却剂的其他装置共享的冷却剂储器提供电介质冷却剂。

[0067] 虽然图1和图2示出了入口118和出口120,它们概括来说均基本上彼此平行地布置并且从冷板112的第二侧116延伸出来,但本公开不限于此。也就是说,在一些实施例中,入口118和出口120中的任一个或两个可以从冷板112的其他表面延伸出来。

[0068] 歧管122内的冷却剂由盖130容纳。因此,盖130沿着歧管122的宽度和长度延伸,并联接至(例如,粘附、紧固)歧管122。盖130可以由铝、塑料等等构成。在入口118和出口120从

第二侧116延伸的实施例中,盖130限定分别用于入口118和入口120的入口孔和出口孔。在一些实施例中,歧管122可以被构造成不需要盖。

[0069] 现在参考图3,示出了冷却剂凹坑124。冷却剂凹坑124是限定在歧管122的第二侧116中的凹坑(例如,通过机械加工、成形、3D打印等等限定)。在冷却剂经由入口进入歧管122之后,冷却剂被收集在冷却剂凹坑124中。冷却剂凹坑124在与多个热沉126相互作用之前引导冷却剂,使得冷却剂均匀地分布到所述多个热沉126。在实施例中,冷却剂凹坑124引导冷却剂,以便向具有更高冷却需求的热沉提供额外的冷却剂。

[0070] 冷却剂凹坑124在入口118下游并且在冷却剂与多个热沉126接触之前限定入口楔形轮廓124a。入口楔形轮廓124a具有随着冷却剂从入口118流入多个热沉126而增大的横截面面积,从而平衡流入多个热沉126中的每个热沉的流量分布。在冷却剂与多个热沉126接触之后并且在通过出口120离开冷却剂凹坑124之前,冷却剂凹坑124还限定有出口楔形轮廓124b。出口楔形轮廓124b具有随着冷却剂从多个热沉126流到出口120而减小的横截面面积,从而平衡与多个热沉126接触之后的流量分布。

[0071] 用于冷板的传统歧管由诸如金属等等的导电材料构成。因此,在冷板与印刷电路板之间可能需要电绝缘层,以防止具有变化电压的印刷电路板的功率器件电短路。此外,在电绝缘层的两侧上可能需要TIM层,以增加从印刷电路板到歧管的热通量。这些附加层导致电力电子组件的热阻增加和封装尺寸增加。

[0072] 参考图5-6,示出了根据一些实施例的歧管122和多个热沉126。歧管122为基本上平面的,并且由电绝缘材料(例如,塑料、陶瓷等等)构成。在一些实施例中,歧管122涂覆有电绝缘材料。电绝缘材料将多个导电层183彼此电隔离,从而去除了对电绝缘层和电绝缘层两侧的TIM层的需要。歧管122可以通过浇铸、3D打印、机械加工等等形成。在一些实施例中,单个TIM层(例如,诸如油脂)被放置在印刷电路板102与冷板112之间。

[0073] 由于电力电子组件100中的热阻减小,并且通过将印刷电路板102直接放置成与冷板112接触,冷板112的冷却能力增加。因此,冷板112的厚度(例如,从第一侧114到第二侧116的距离)减小。在一些实施例中,冷板112具有约5mm到约10mm的厚度。在一些实施例中,冷板112具有约8mm到约12mm的厚度。在一些实施例中,冷板112具有约9mm到约15mm的厚度。与传统设计相比,冷板112的厚度减小导致电力电子组件100具有更小的封装尺寸和更有效的热设计。此外,由于增加的冷却能力,可以增加多个功率器件的功率输出。

[0074] 如图5所示,歧管122在其中限定有多个腔132。所述多个腔132中的每个腔的形状、尺寸和/或布置可以使得多个热沉126中的一个热沉可以被接收在其中。也就是说,多个腔132中的每个腔的形状可以被形成为使得多个热沉126中的对应热沉被接收在腔132内并结合到位。多个腔132中的每个腔包括沿着歧管122的一部分延伸的凹陷部132a,以接收多个热沉126中的每个热沉的热沉主体126a。此外,多个腔132中的每个腔均包括延伸穿过歧管122的深度(例如,从第一侧114延伸到第二侧116)的通孔132b,以接收多个热沉126中的每个热沉的翅片126b。例如,多个腔132可以包括第一腔134和第二腔136,第一腔134被成形为装配多个热沉126中的第一热沉138(图6所示),第二腔136被成形为装配多个热沉126中的第二热沉140(图6所示)。

[0075] 可以实施各种结合技术来将多个热沉126中的每个热沉结合在多个腔132中的对应一个腔内。例如,可以实施感应加热、塑性焊接、烧结或其他结合工艺。在一些实施例中,

多个热沉126中的每个热沉的翅片126b包括微通道、板型翅片、销型翅片或其组合。多个热沉126中的每个热沉可以由诸如铝或铜的导热材料制成。多个热沉126中的每个热沉可以由导热材料的实心块机加工而成。在一些实施例中，多个热沉126中的每个热沉可以被锻造、挤压或3D打印而成。

[0076] 如图3所示，多个销128位于多个热沉126的翅片126b之间。多个销128的上表面128a延伸超过冷却剂凹坑124一段距离，使得当安装盖130时，多个销128与盖130(图1-2)接触。接触区域提供了用于将盖130结合至歧管122的附加结合区域。多个销128中的每个销具有平面侧表面。在一些实施例中，这些侧表面平行于多个热沉126的翅片126b，从而减少多个热沉126之间的冷却剂流中的涡旋(例如，减少涡流)。以这种方式，冷却剂流的再循环被减少，并且冷却剂流从多个热沉126吸收更大的热通量。

[0077] 图1-6所示的冷板112可以具有根据本文描述的实施例的任意数量的配置。图7-9描绘了沿着图6中的A-A截取的各种替代说明性配置。现在参考图7，示出了根据各个实施例的冷板112沿着A-A截取的横截面侧视图。在一些实施例中，热沉主体126a至少部分地涂覆有热沉聚酰亚胺涂层702或任何类似的涂层，所述涂层提高了多个热沉126与印刷电路板102之间的粘附性。当组装电力电子组件100时，热沉聚酰亚胺涂层702a将多个热沉126中的每个热沉粘附到第一表面108，从而增加多个热沉126中的每个热沉与印刷电路板102之间的接触表面积。以这种方式，从功率器件经由多个导电层183到多个热沉126存在更大的热通量率。此外，热沉聚酰亚胺涂层702在多个热沉126与印刷电路板102之间提供了薄的电绝缘。

[0078] 现在参考图8，示出了根据各个实施例的冷板112沿着A-A截取的横截面侧视图。与图7相比，代替涂覆热沉主体126a，第二侧116至少部分地涂覆有冷板聚酰亚胺涂层802或任何类似的涂层，所述涂层改善了冷板112与第一表面108之间的粘附性。冷板聚酰亚胺涂层802可以沿着整个第二侧116(例如，沿着歧管122和每个热沉主体126a)或部分地沿着第二侧116延伸。当组装电力电子组件100时，冷板聚酰亚胺涂层802将第二侧116粘附到多个热沉126中的每个热沉，从而增加了多个热沉126中的每个热沉与印刷电路板102之间的接触表面积。以这种方式，从功率器件170经由多个导电层183到多个热沉126存在更大的热通量率。此外，冷板聚酰亚胺涂层802在多个热沉126与印刷电路板102之间提供了薄的电绝缘。

[0079] 在传统系统中，可能需要非电介质冷却剂以获得更高的冷却性能。在本公开的实施例中，多个热沉126中的每个热沉均沿着每个热沉主体126a涂覆有电介质涂层。电介质涂层可以是SiO<sub>2</sub>或任何其他合适的电介质涂层。电介质涂层还可以包括额外的金属涂层(例如，以增加导热性、增加与冷板112的结合)，例如镍、金、铜等等。在具有热沉聚酰亚胺涂层702的实施例中，热沉聚酰亚胺层702被施加到电介质涂层上。

[0080] 现在参考图9，示出了根据各个实施例的冷板112沿着图6中的A-A截取的横截面侧视图。在这些实施例中，在第二侧116内形成多个沟槽902。在实施例中，图7中描述的热沉聚酰亚胺涂层702或图8中描述的冷板聚酰亚胺涂层802可以连同多个沟槽902一起使用。多个沟槽902位于多个热沉126中的各个热沉之间。在电子组件中，部件可能容易受到电子爬电的影响。爬电是由两个相邻的导电部件形成的电气路径。由于部件以不同的电压工作，爬电可能会对相邻部件造成损坏，因为它可能处于与相邻部件的工作电压不同的电压下。多个沟槽902通过物理地增加多个热沉126中的各个热沉之间的长度来增加多个热沉126中的各

个热沉之间的放电距离。换句话说,爬电必须行进更远的距离才能到达多个热沉中的相邻热沉。因此,多个沟槽902提供了额外的爬电保护。在一些实施例中,多个沟槽902中的每个沟槽由约0.10英寸到约0.30英寸的深度(例如,形成到冷板112中的深度)限定。在一些实施例中,多个沟槽902中的每个沟槽限定约0.25英寸到约0.50英寸的深度。在一些实施例中,多个沟槽902中的每个沟槽限定约0.50英寸到约1.00英寸的深度。

[0081] 现在参考图10,示出了说明性电力电子组件1000的分解透视图。电力电子组件1000包括印刷电路板1002,印刷电路板1002具有嵌入到印刷电路板1002中的多个功率器件。电力电子组件1000还包括冷板1012。冷板1012包括由电绝缘材料构成的歧管1022、第一侧1014、与第一侧1014相对的第二侧1016、入口1018、出口1020、冷却剂凹坑1124、多个热沉1126、多个沟槽1128和盖1030。如所述的,电力电子组件1000可以基本上类似于电力电子组件100。然而,该电力电子组件还可以包括电容器组1034。在实施例中,电力电子组件1000可以使用电力存储装置,例如电容器组1034。

[0082] 电容器组1034耦合至冷板1012。在实施例中,电容器组1034存储电能并向电力电子组件1000释放电能。在实施例中,电容器组1034存储电能并将电能释放给电气联接至电容器组1034的其他装置。电容器组1034包括第一电容器侧1036和与第一电容器侧1036相对的第二电容器侧1038。第一电容器侧1036与冷板1012的第二侧1016接触。第一电容器侧1036可以由具有高导热率的材料构成,例如铜、金、银、铝或其合金,从而增加从第一电容器侧1036到第二侧1016的热通量。

[0083] 电容器组1034包括入口孔1040和出口孔1042。入口孔1040和出口孔1042中的每个限定从第一电容器侧1036延伸到第二电容器侧1038的通孔。当电力电子组件1000处于已组装状态时,入口1018插入到入口孔1040中,出口1020插入到出口孔1042中,使得入口1018和出口1020延伸穿过电容器组1034。

[0084] 在这些实施例中,电力电子组件1000向印刷电路板1002和电容器组1034两者提供双面冷却。由于冷板1012位于印刷电路板1002与电容器组1034之间,并且热耦合至印刷电路板1002和电容器组1034两者,因此冷板1012可以冷却印刷电路板1002和电容器组1034两者。这是有利的,因为这减少了用于电容器组1034的二次冷却系统的需要。应当理解,在一些实施例中,电力电子组件1000为印刷电路板1002和第二印刷电路板(未示出)两者而不是电容器组1034提供双面冷却。在这些实施例中,入口孔1040和出口孔1042可以延伸穿过印刷电路板1002或第二印刷电路板中限定的孔。在实施例中,入口孔1040和出口孔1042可以从冷板1012的侧壁延伸。

[0085] 图10所示的电容器组1034可以具有根据本文描述的实施例的任意数量的配置。电容器组1034可以包括从其一个或多个表面延伸的电容器翅片1302。电容器翅片1302可以由铜、铝或任何其他合适的材料构成。如本文更详细地讨论的,电容器翅片1302延伸穿过盖1030的多个孔1130(如图10-11所示)。电容器翅片1302与位于歧管1022内的冷却剂接触。电容器翅片1302热耦合至电容器组1034,从而在电容器翅片1302与冷却剂接触时为电容器组1034提供额外的冷却。

[0086] 在传统系统中,彼此接触并且处于腐蚀环境中(例如,当暴露于冷板1012中的冷却剂时)的不同金属可能导致一种金属经历加速腐蚀。多个热沉1126的电容器翅片1302和热沉翅片1304都至少部分地位于冷板1012中的冷却剂内。在这种腐蚀环境中,由第一金属(例

如,铝)构成的电容器翅片1302充当阳极(例如,带正电荷的电极),而由第二金属(例如,铜)构成的热沉1304充当阴极(例如,带负电荷的电极)。电子从阳极行进到阴极,这导致阴极经历加速腐蚀。图13-15描绘了电容器翅片1302相对于多个热沉1126的热沉翅片1304的位置的说明性配置。

[0087] 现在参考图13,示出了处于第一配置的实施例,其中电容器翅片1302相对于热沉1304交错,以便防止铝电容器翅片1302与铜热沉翅片1304接触。换言之,铝电容器翅片1302平行于铜热沉翅片1304延伸,但不与铜热沉翅片1304接触。冷却剂进入歧管1022并与电容器翅片1302和热沉翅片1304两者接触,从而分别冷却电容器组1034和多个热沉1126。由于交错配置,腐蚀速率降低。

[0088] 现在参考图14,示出了处于第二配置的实施例,其中电容器翅片1302相对于热沉翅片1304交错,以防止铝电容器翅片1302与铜热沉翅片1304接触。换言之,铝电容器翅片1302平行于铜热沉翅片1304延伸,但不与铜热沉翅片1304接触。在第二配置中,电容器翅片1302中的各个电容器翅片被定位成离热沉翅片1304中的各个热沉翅片更近。这种配置导致更小的横截面面积(例如,相对于图13)。随着冷却剂通过电容器翅片1302与热沉翅片1304之间的流体通道1306,流体通道1306的更小横截面面积导致冷却剂的速度增加。增加的速度导致更多的冷却剂与电容器翅片1302和热沉翅片1304相互作用。这分别导致电容器翅片1302和热沉翅片1304的冷却速率增加。

[0089] 现在参考图15,示出了处于第三配置的实施例,其中电容器翅片1302和热沉翅片1304示出为另一种交错配置。与图13-14相比,电容器组1034包括更少的电容器翅片1302。电容器翅片1302的数量可以取决于电容器组1034的冷却需求。此外,通过包括更少的电容器翅片1302,可以降低加速腐蚀的速率,因为在冷却剂中定位的不同金属材料更少。

[0090] 现在参考图11-12,示出了冷板1012。在这些实施例中,盖1030包括延伸穿过盖1030的深度的多个孔1130。电容器翅片1302(如图13-15所示)至少部分地从电容器组1034延伸并穿过多个孔1130。多个孔1130位于歧管1022的冷却剂凹坑1024之上。以这种方式,电容器翅片1302与冷却剂接触以增强电容器组1034的冷却。

[0091] 在一些实施例中,盖1030还包括从其延伸的多个翅片结构1202。多个翅片结构1202可以由导热材料(例如,铝或铜)构成。多个翅片结构1202可以延伸穿过盖1030的整个深度。多个热沉1026中的每个热沉与翅片结构1202中的一个翅片结构接触,从而将多个热沉1026联接至翅片结构1202。然后,多个翅片结构1202可以将由多个热沉1026接收的热量提供给盖1030的其他部件。多个翅片结构1202为多个热沉1126提供了额外的冷却路径,从而增加从电容器组1034到冷板1012的热通量。以这种方式,歧管1022提供了增加的冷却能力。

[0092] 在这些实施例中,多个孔1130中的另外的孔位于歧管1022内的多个热沉1126上方。以这种方式,当电力电子组件1000处于已组装状态时,电容器翅片1302延伸穿过多个孔1130。例如,电容器翅片1302可以与热沉翅片1304对准(例如,每个电容器翅片1302与一个热沉翅片1304对准)。

[0093] 从以上内容应理解,本文所定义的实施例涉及一种电力电子组件,该电力电子组件包括具有嵌入其中的多个功率器件的印刷电路板(PCB)以及与印刷电路板接触的冷板。冷板具有由电绝缘材料构成的歧管以及腔,热沉位于所述腔内。热沉热耦合至所述多个功

率器件。本文描述的电力电子组件避免或最小化对电绝缘层的需要和/或减少总热阻。由于热阻降低,冷却过程更有效,从而允许冷板更薄,这导致紧凑的总体封装尺寸,紧凑的总体封装尺寸提供了改善的冷却能力。在实施例中,本文描述的电力电子组件使用电介质冷却剂,并且可以集成到也使用电介质冷却液的其他冷却系统中,例如马达冷却系统(例如,轮内马达)等等。

[0094] 应注意的是,本文可以使用术语“基本上”和“约”来代表可归因于任何定量比较、值、测量或其他表示的固有不确定程度。本文还使用这些术语来代表定量表示可能与所述参考不同而不会导致所讨论主题的基本功能发生变化的程度。

[0095] 虽然本文已经示出和描述了特定实施例,但是应当理解,在不脱离所要求保护的主题的范围的情况下,可以进行各种其他改变和修改。此外,尽管本文描述了所要求保护的主题的各个方面,但这些方面不需要组合使用。因此,所附权利要求旨在涵盖落入所要求保护的主题的范围内的所有这种改变和修改。

[0096] 对本领域技术人员而言明显的是,在不脱离所要求保护的主题的范围的情况下,可以对本文描述的实施例进行各种修改和变化。因此,本说明书旨在涵盖本文描述的各种实施例的修改和变化,只要这样的修改和变化落入所附权利要求及其等同的范围内。

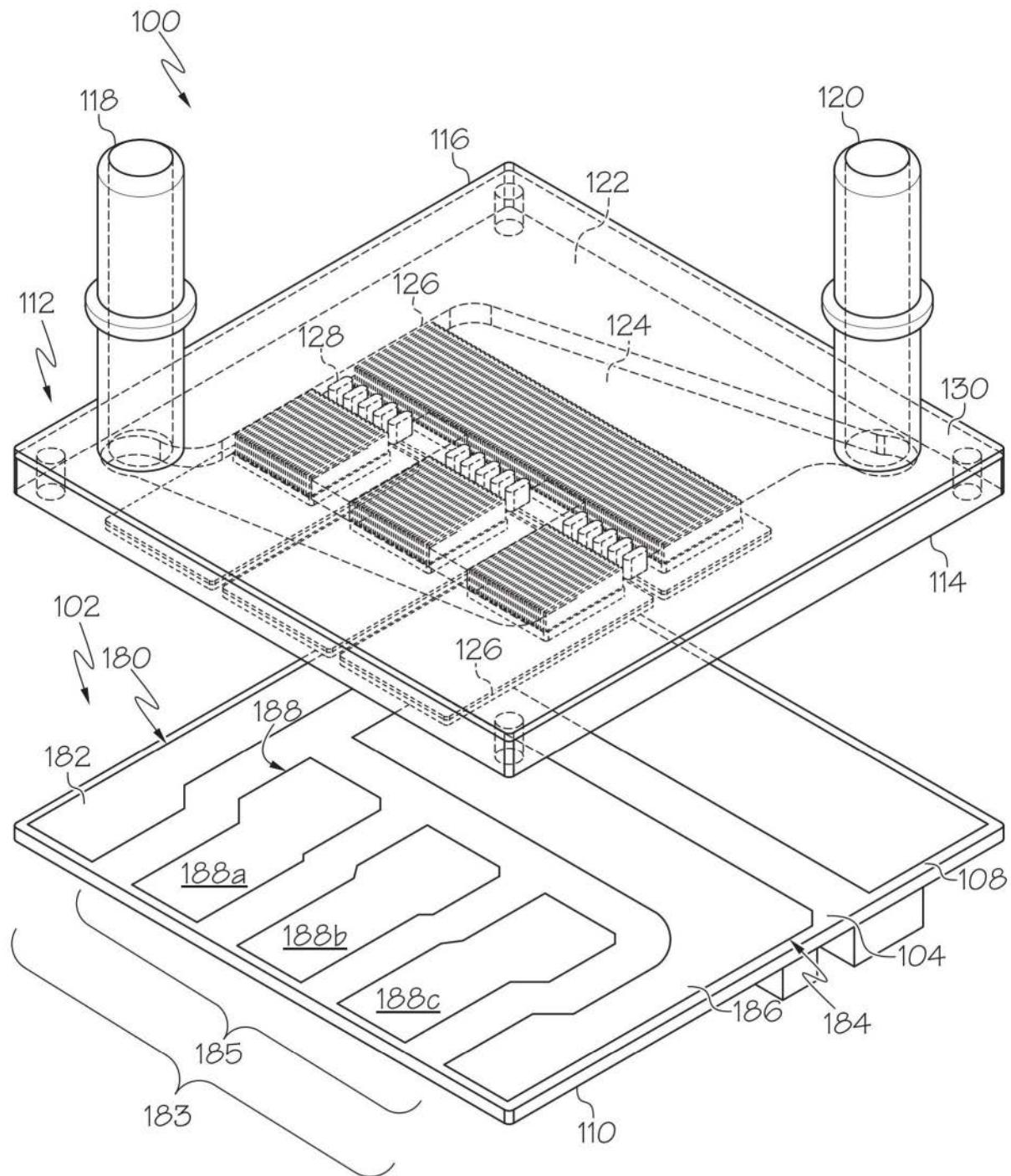


图1A

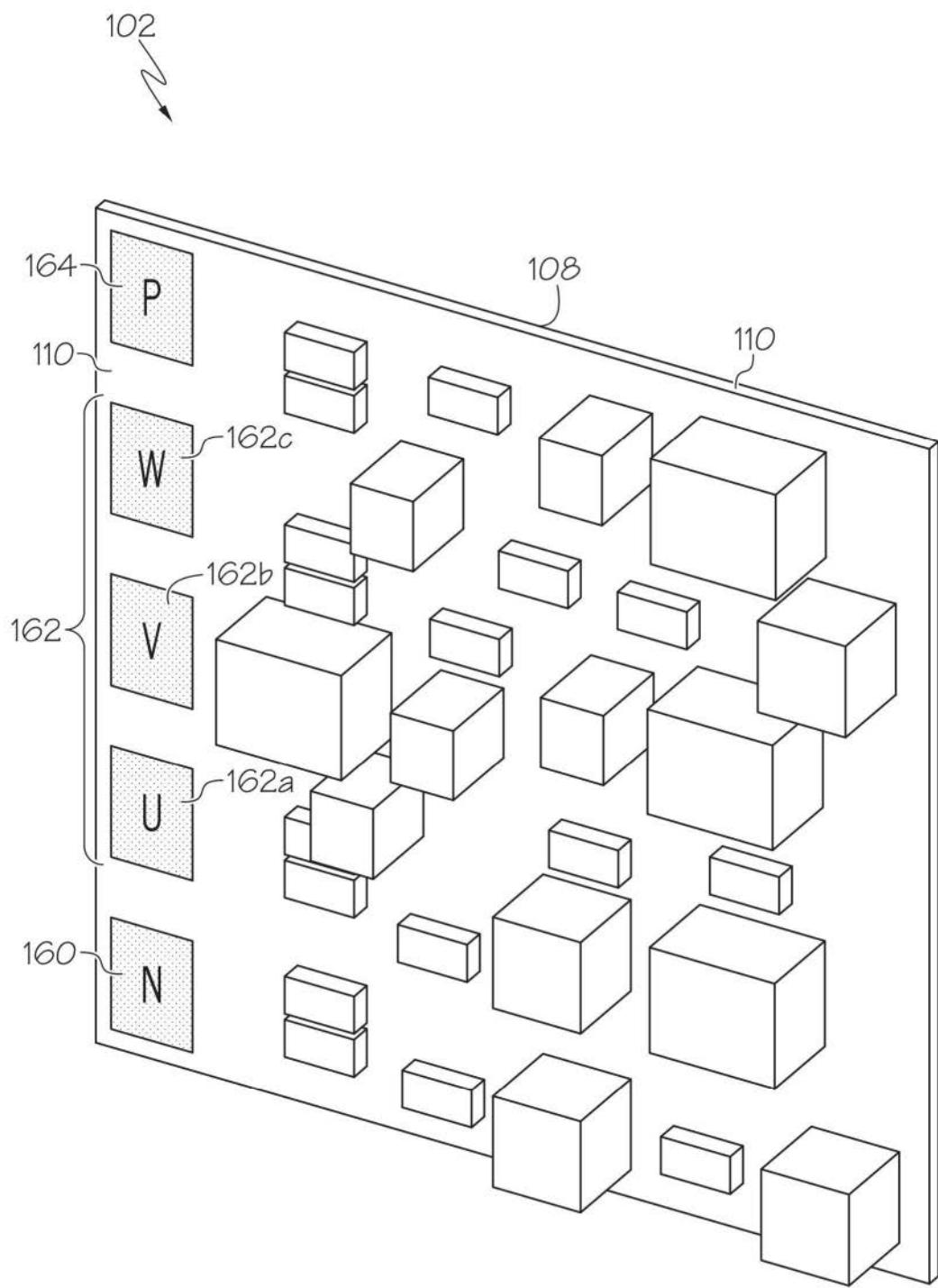


图1B

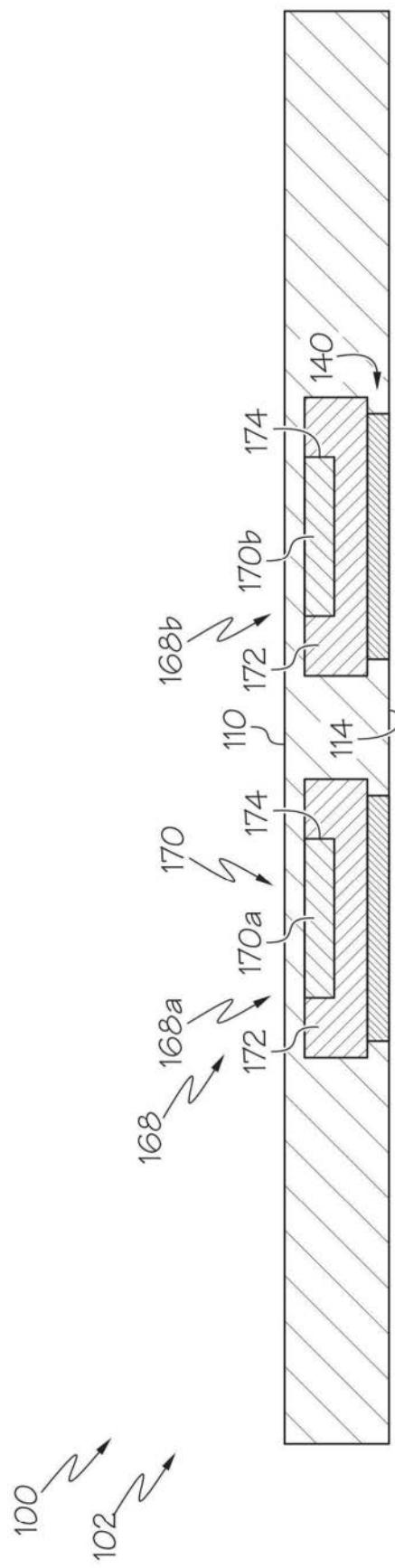


图1C

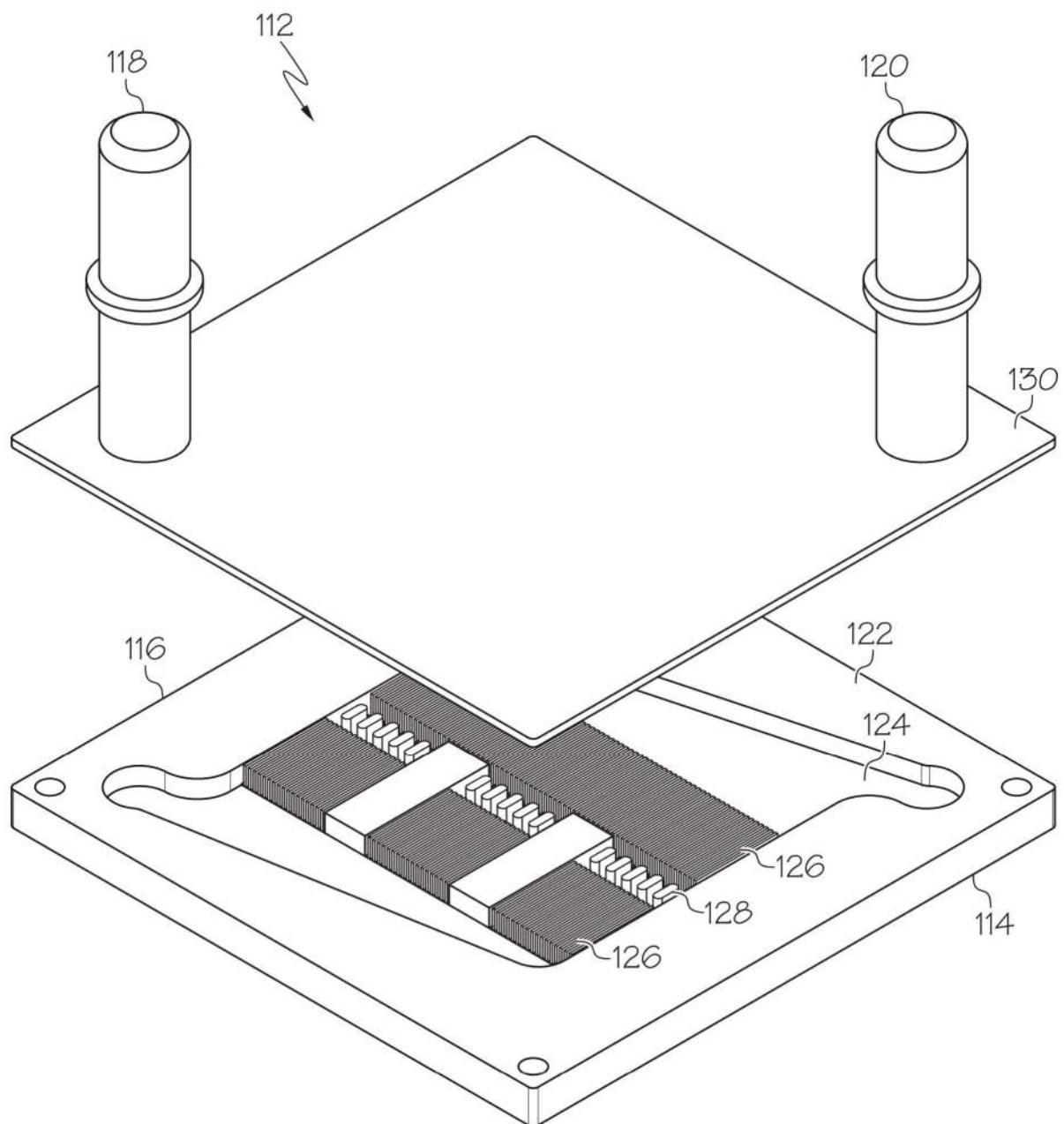


图2

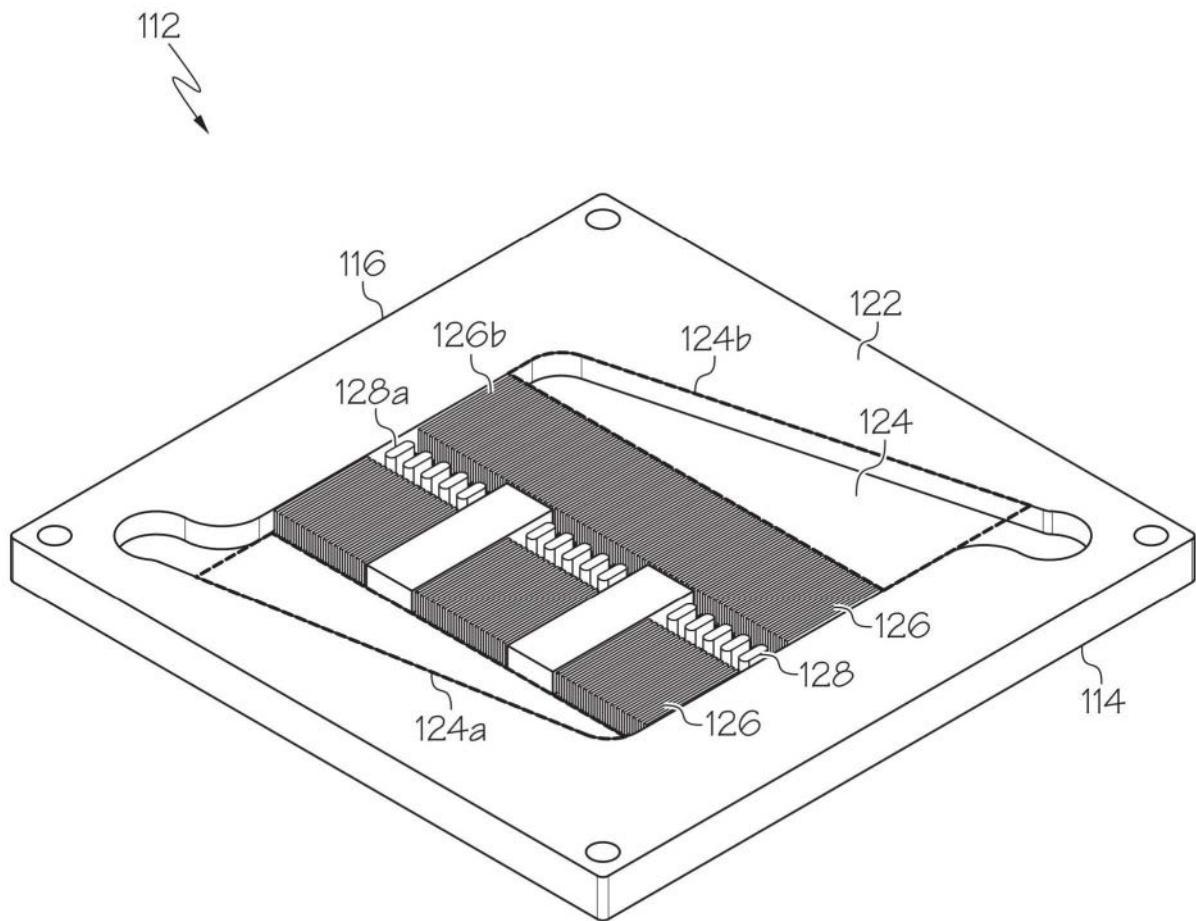


图3

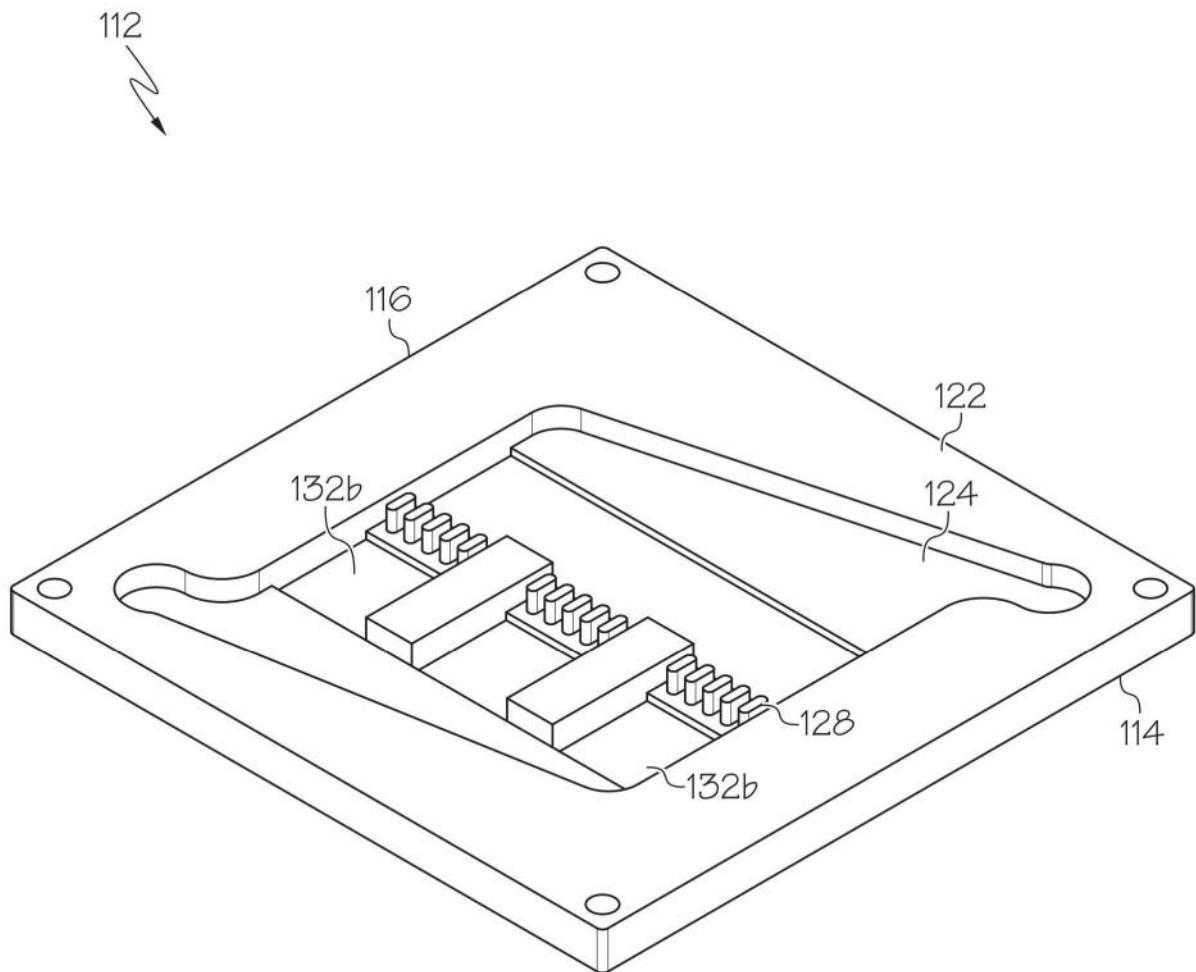


图4

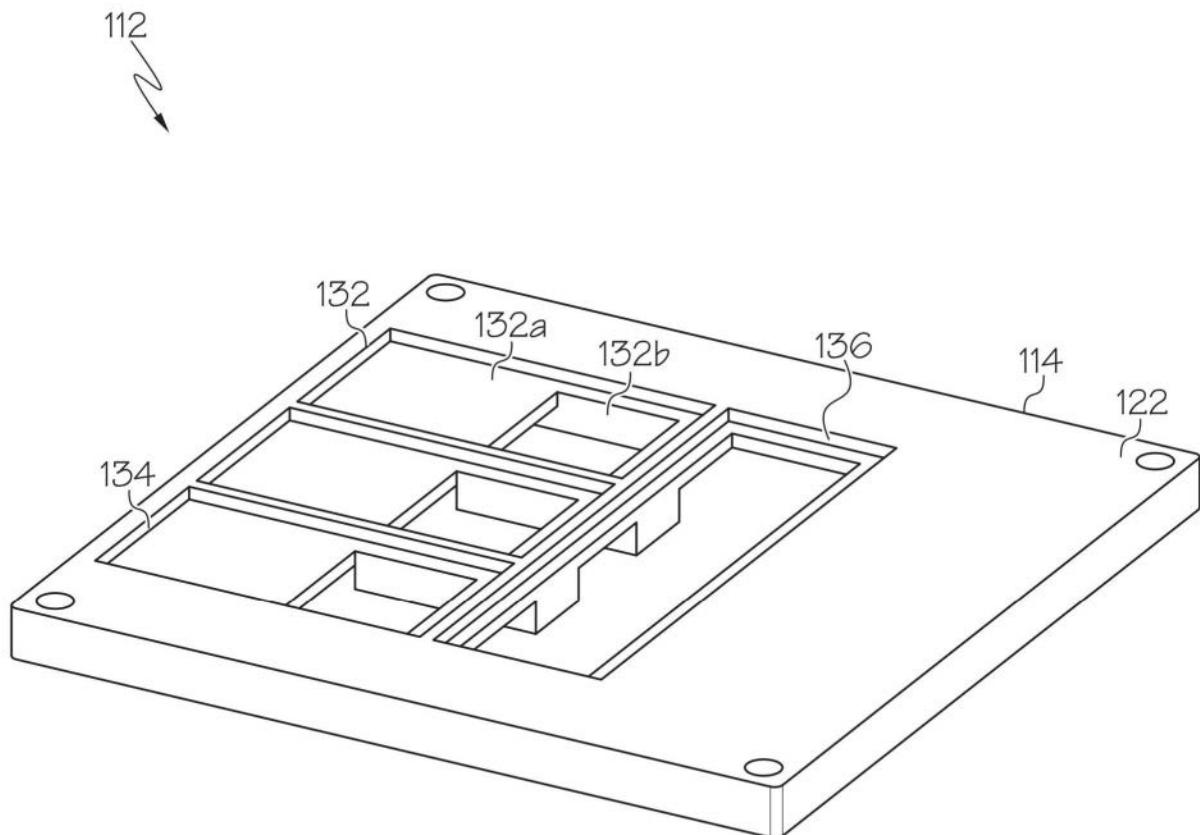


图5

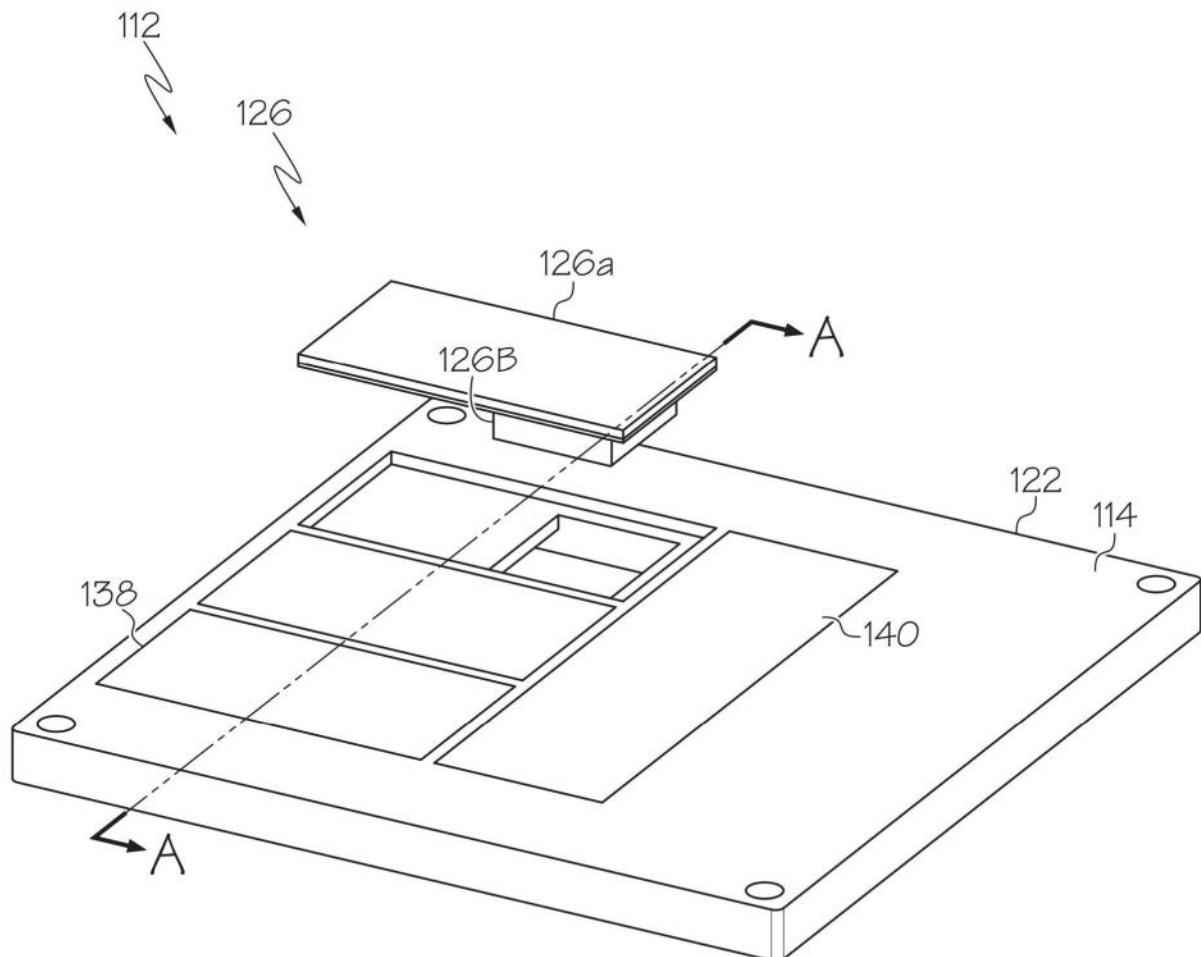


图6

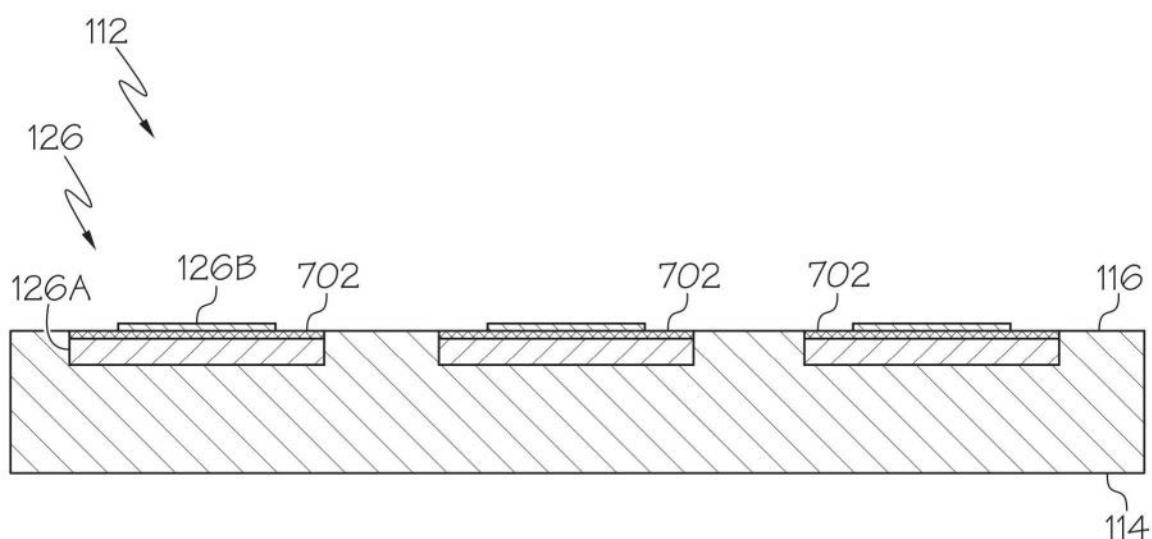


图7

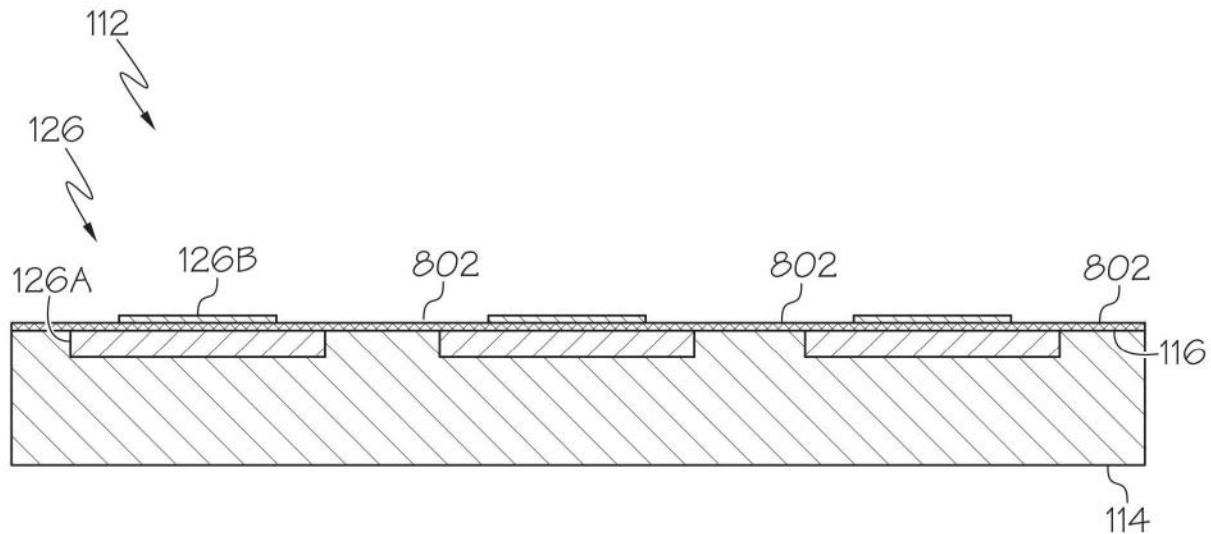


图8

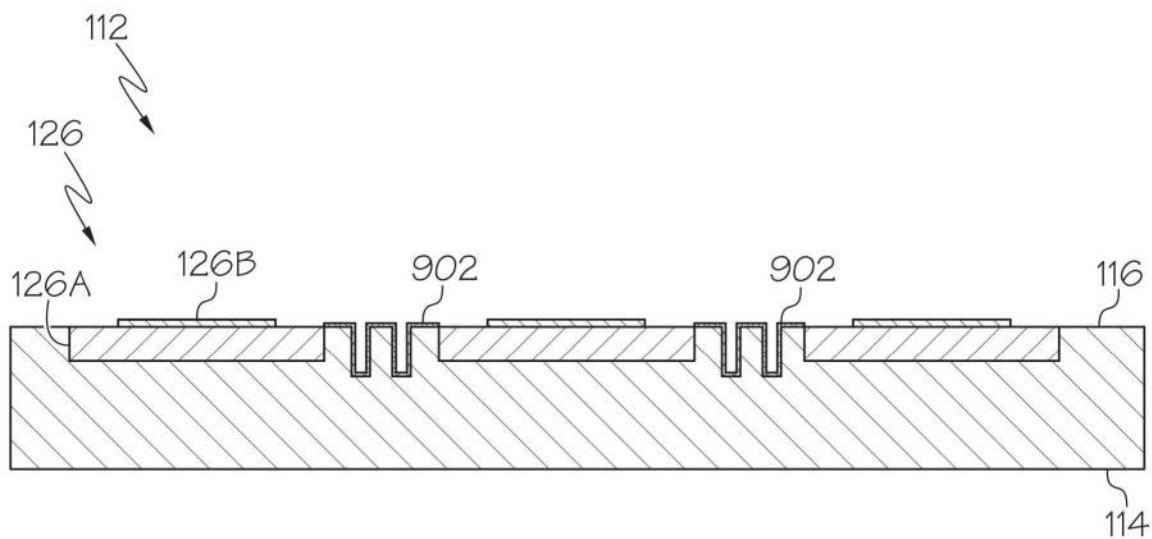


图9

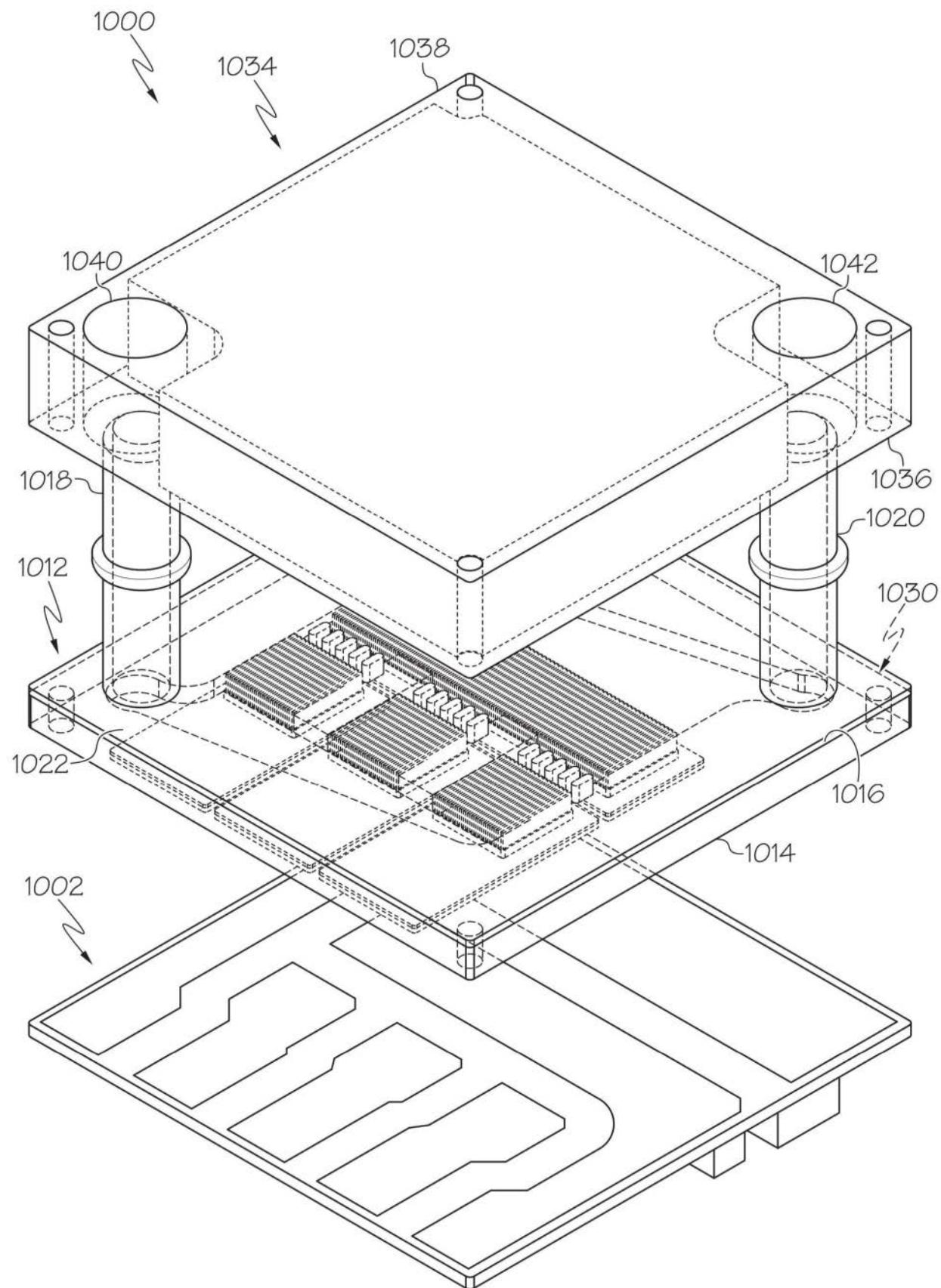


图10

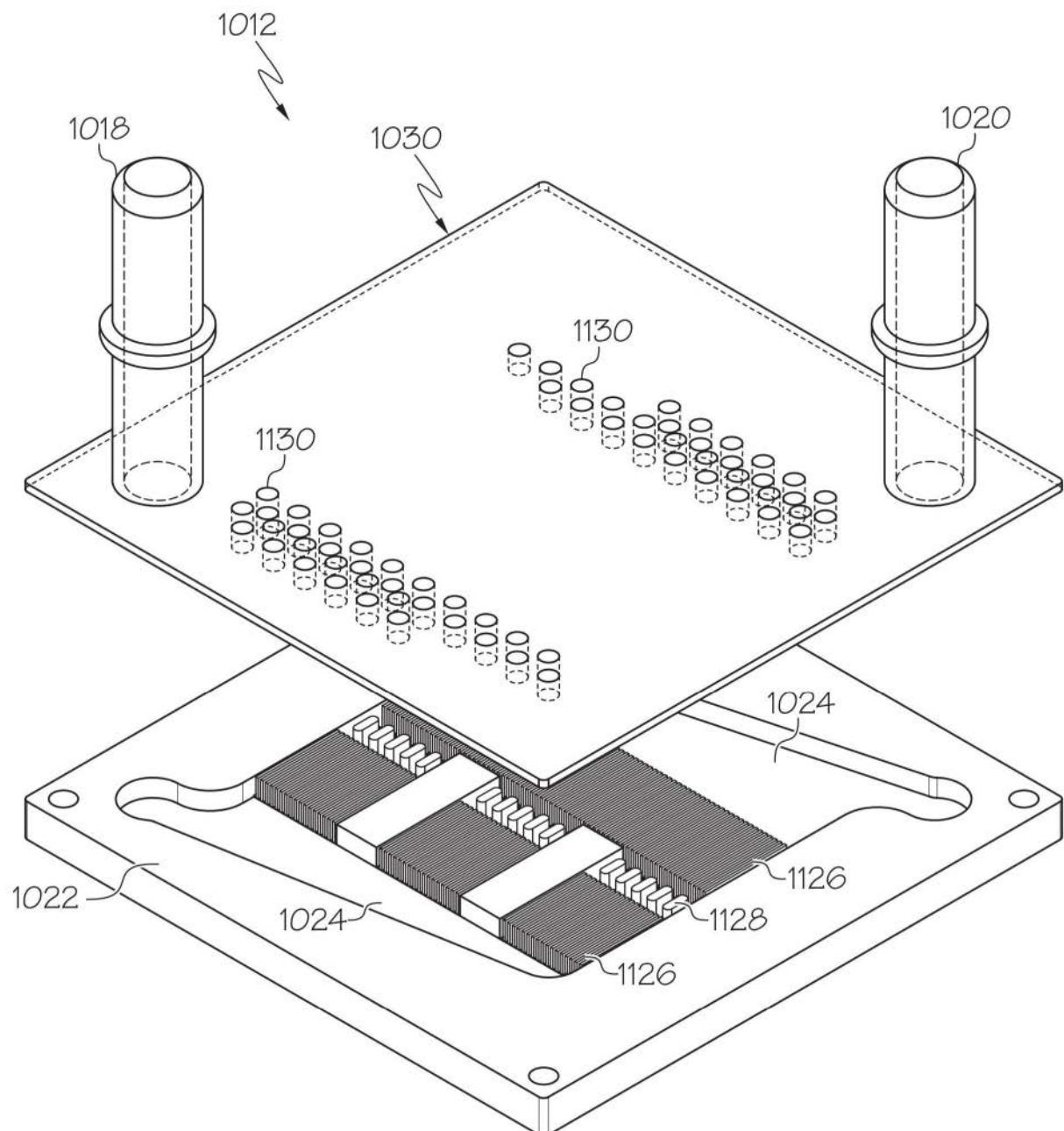


图11

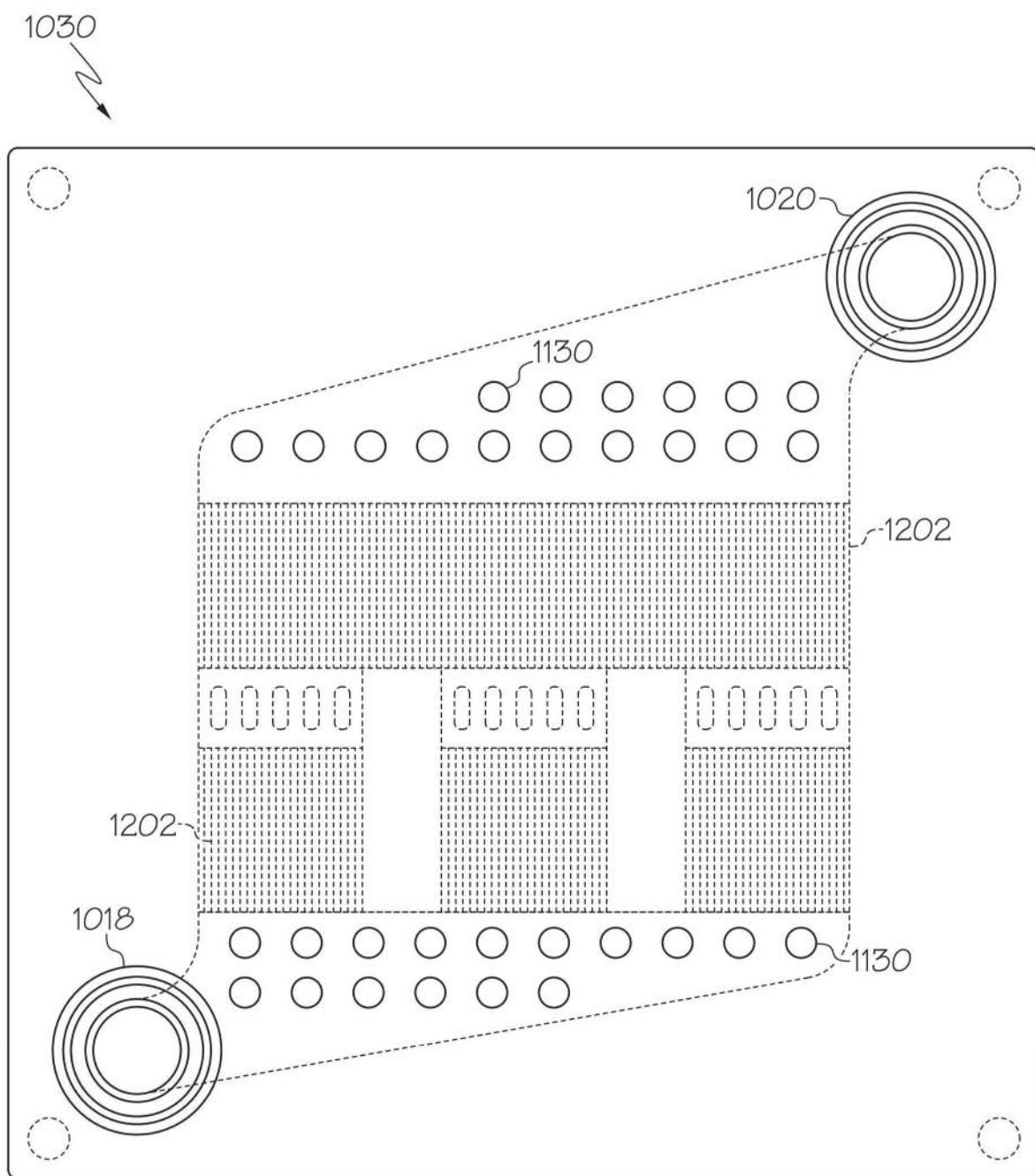


图12

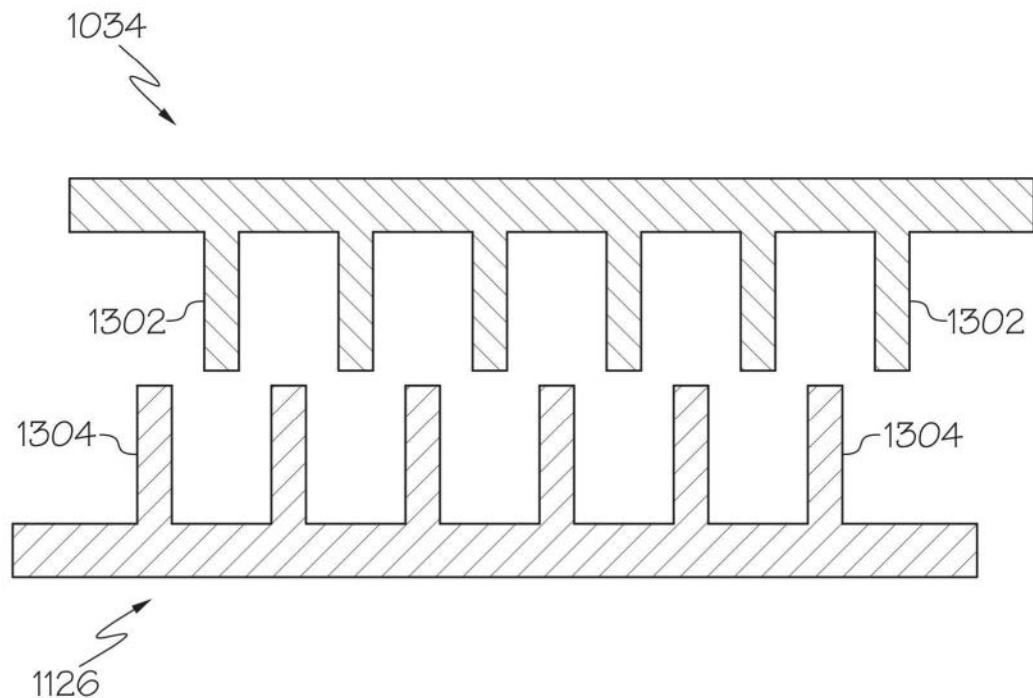


图13

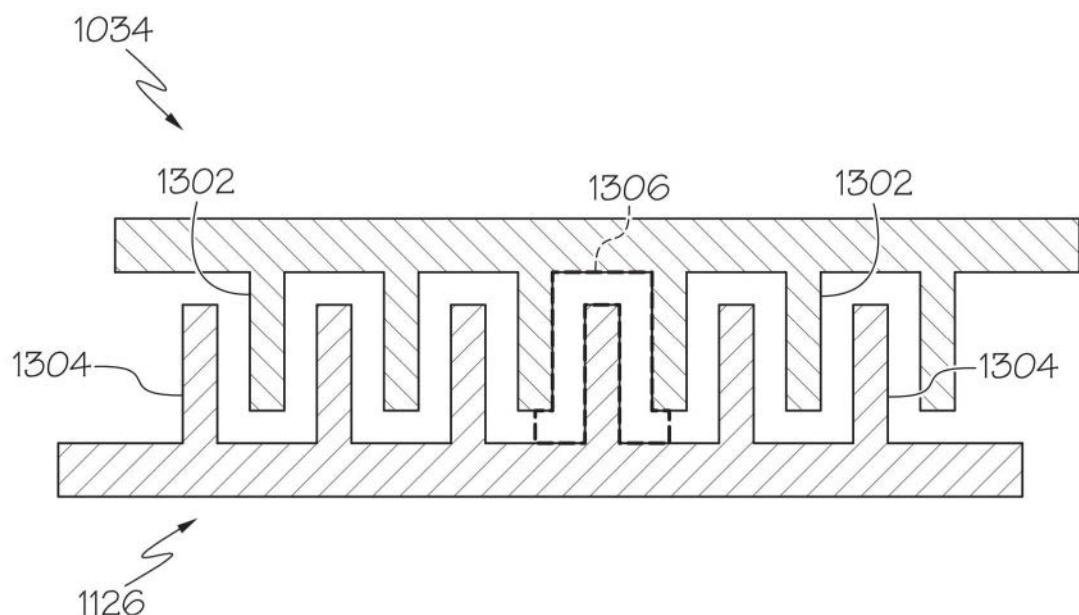


图14

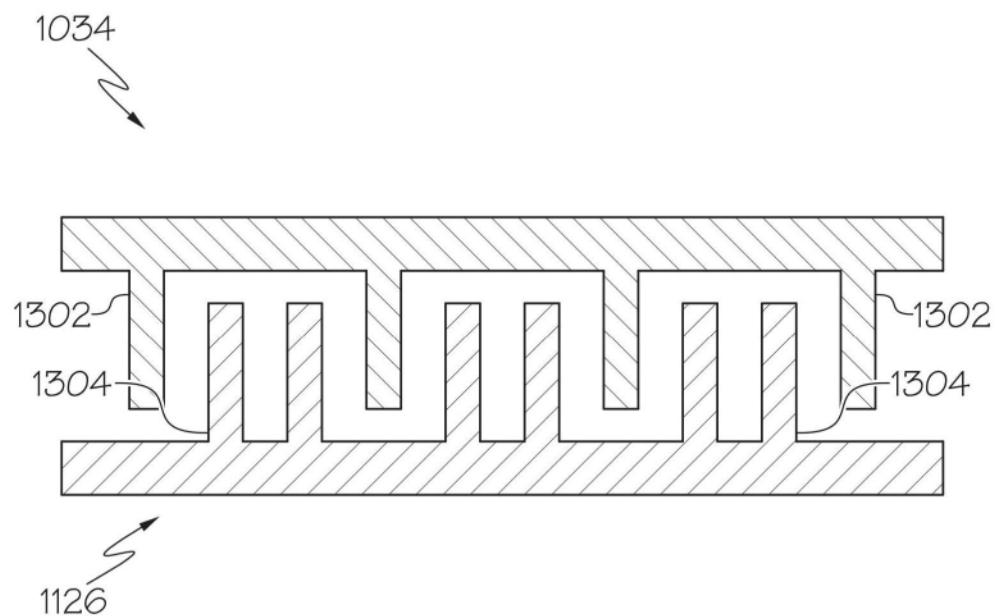


图15